

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-82612

(43) 公開日 平成8年(1996)3月26日

(51) Int.CI<sup>1</sup>

識別記号

序内整理番号

P I

技術表示箇所

G 01 N 27/22  
25/02

A  
A

審査請求 未請求 請求項の数10 OL (全8頁)

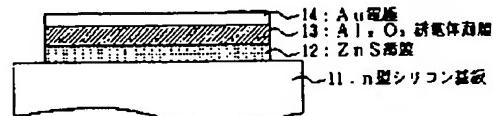
(21) 出願番号	特願平6-219320	(71) 出願人	000000295 沖電気工業株式会社 京都府港区虎ノ門1丁目7番12号
(22) 出願日	平成6年(1994)9月14日	(72) 発明者	長谷川 透志 京都府港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気 工業株式会社内
		(72) 発明者	見田 充郎 京都府港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気 工業株式会社内
		(72) 発明者	山中 総 京都府港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気 工業株式会社内
		(74) 代理人	弁理士 清水 守 (外1名) 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電気容量式湿度センサ

(57) 【要約】

【目的】 低温度から高温度まで広い温度範囲において、高感度な電気容量式湿度センサ又はある相対湿度以上となると発光する電気容量式湿度センサを提供する。

【構成】 n型シリコン基板11上に形成されるアヴァランチ型の電圧-伝導電荷特性を持つZnS薄膜12と、このZnS薄膜12上に形成されるAl<sub>x</sub>O<sub>y</sub>誘電体薄膜13と、この誘電体薄膜13上に形成されるAu電極14とを設け、n型シリコン基板11とAu電極14間に電圧を印加することにより生じる伝導電荷または消費電力を検出することによって相対湿度を測定する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】(a) 半導体基板と、(b) 該半導体基板上に形成されるアヴァランシェ型の電圧-伝導電荷特性を持つ半導体薄膜と、(c) 該半導体薄膜上に形成される吸湿性の誘電体薄膜と、(d) 該誘電体薄膜上に形成される電極とを設け、(e) 前記基板と電極間に電圧を印加することにより生じる伝導電荷または消費電力等の物理量を検出することによって相対湿度を測定することを特徴とする電気容量式湿度センサ。

【請求項2】(a) ガラス基板と、(b) 該ガラス基板に形成される第1の電極と、(c) 該第1の電極上に形成される誘電体薄膜と、(d) 該誘電体薄膜上に形成されるアヴァランシェ型の電圧-伝導電荷特性を持つ半導体薄膜と、(e) 該半導体薄膜上に形成される吸湿性の誘電体薄膜と、(f) 該誘電体薄膜上に形成される第2の電極とを設け、(g) 前記第1の電極と第2の電極間に電圧を印加することにより生じる伝導電荷または消費電力等の物理量を検出することによって相対湿度を測定することを特徴とする電気容量式湿度センサ。

【請求項3】 請求項1又は2記載の電気容量式湿度センサにおいて、前記半導体薄膜は、ZnSである電気容量式湿度センサ。

【請求項4】 請求項1又は2記載の電気容量式湿度センサにおいて、前記半導体薄膜は、SrSである電気容量式湿度センサ。

【請求項5】 請求項1記載の電気容量式湿度センサにおいて、前記半導体基板はシリコン基板である電気容量式湿度センサ。

【請求項6】(a) ガラス基板と、(b) 該ガラス基板上に形成される第1の電極と、(c) 該第1の電極上に形成されるエレクトロルミネッセント発光材料からなる発光層と、(d) 該発光層上に形成される吸湿性の誘電体薄膜と、(e) 該誘電体薄膜上に形成される第2の電極とを設け、(f) 前記第1の電極と第2の電極間に電圧を印加することにより発光によって湿度の高低を感知することを特徴とする電気容量式湿度センサ。

【請求項7】(a) 半導体基板と、(b) 該半導体基板上に形成されるエレクトロルミネッセント発光材料からなる発光層と、(c) 該発光層上に形成される吸湿性の誘電体薄膜と、(d) 該誘電体薄膜上に形成される第2の電極とを設け、(e) 前記第1の電極と第2の電極間に電圧を印加することにより発光によって湿度の高低を感知することを特徴とする電気容量式湿度センサ。

【請求項8】 請求項7記載の電気容量式湿度センサにおいて、前記発光層端面にフィトダイオードを設け、該フォトダイオードにより発光強度を検出し湿度を測定することを特徴とする電気容量式湿度センサ。

【請求項9】 請求項7又は8記載の電気容量式湿度センサにおいて、前記エレクトロルミネッセント発光材料はZnS:Mnからなる電気容量式湿度センサ。

【請求項10】 請求項7又は8記載の電気容量式湿度センサにおいて、前記半導体基板はシリコン基板である電気容量式湿度センサ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、湿度センサに係り、特に電気容量式又は発光型湿度センサに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 従来、このような分野の技術としては、例えば、文献「高橋 清『センサの事典』(1991) 朝倉書店 P. 36~38」に記載されるものがあった。従来の電気容量式湿度センサは、誘電体に水が吸着したときの見かけの電気容量の変化を測定することにより、空気中の湿度をセンシングするものである。

【0003】 通常の誘電体の比誘電率が4~10程度なのに対し、水の比誘電率は、常温で80程度を示す。そのため特に多孔質誘電体材料においては、微小な孔の内面に水を吸着する。図7にイオンプレーティング法によるA<sub>1</sub>O<sub>2</sub>薄膜の比誘電率の相対湿度依存性を示す。容積変化の検出を行うために、100Hz以上の交流電圧が用いられる。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、従来の電気容量式湿度センサにおいては、特に低湿度において感度が悪いという問題点があった。図7に見られるように、湿度0%のときのA<sub>1</sub>O<sub>2</sub>薄膜の比誘電率と、ある湿度のときの比誘電率の比は、低湿度において極めて1に近く、測定の誤差が大きくなる。

【0005】 本発明は、上記問題点を除去し、低湿度から高湿度まで広い湿度範囲において高感度な電気容量式湿度センサ又はある相対湿度以上となると発光する電気容量式湿度センサを提供することを目的とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】 本発明は、上記目的を達成するために、電気容量式湿度センサにおいて、

(1) 半導体基板と、この半導体基板上に形成されるアヴァランシェ型の電圧-伝導電荷特性を持つ半導体薄膜と、この半導体薄膜上に形成される吸湿性の誘電体薄膜と、(A<sub>1</sub>O<sub>2</sub>)と、この誘電体薄膜上に形成される電極とを設け、前記基板と電極間に電圧を印加することにより生じる伝導電荷または消費電力等の物理量を検出することによって相対湿度を測定するようにしたものである。

【0007】 (2) ガラス基板と、このガラス基板に形成される第1の電極と、この第1の電極上に形成される誘電体薄膜(SrO)と、この誘電体薄膜上に形成されるアヴァランシェ型の電圧-伝導電荷特性を持つ半導体薄膜と、この半導体薄膜上に形成される吸湿性の誘電体薄膜(A<sub>1</sub>O<sub>2</sub>)と、この誘電体薄膜上に形成され

る第2の電極とを設け、前記第1の電極と第2の電極間に電圧を印加することにより生じる伝導電荷または消費電力等の物理量を検出することによって相対湿度を測定するようにしたものである。

【0008】(3) 上記(1)又は(2)記載の電気容量式湿度センサにおいて、前記半導体薄膜は、ZnSである。

(4) 上記(1)又は(2)記載の電気容量式湿度センサにおいて、前記半導体薄膜は、SrSである。

(5) 上記(1)記載の電気容量式湿度センサにおいて、前記半導体基板はn型シリコン基板である。

【0009】(6) ガラス基板と、このガラス基板上に形成される第1の電極と、この第1の電極上に形成されるエレクトロルミネッセント発光材料からなる発光層と、この発光層上に形成されるAl<sub>x</sub>O<sub>y</sub>誘電体薄膜と、このAl<sub>x</sub>O<sub>y</sub>誘電体薄膜上に形成される第2の電極とを設け、前記第1の電極と第2の電極間に電圧を印加することにより、発光によって湿度の高低を感知するようにしたものである。

【0010】(7) 半導体基板と、この半導体基板上に形成されるエレクトロルミネッセント発光材料からなる発光層と、この発光層上に形成されるAl<sub>x</sub>O<sub>y</sub>誘電体薄膜と、このAl<sub>x</sub>O<sub>y</sub>誘電体薄膜上に形成される第2の電極とを設け、前記第1の電極と第2の電極間に電圧を印加することにより、発光によって湿度の高低を感知するようにしたものである。

【0011】(8) 上記(7)記載の電気容量式湿度センサにおいて、前記発光層端面にフォトダイオードを設け、このフォトダイオードにより発光輝度を検出し、湿度を測定するようにしたものである。

(9) 上記(7)又は(8)記載の電気容量式湿度センサにおいて、前記エレクトロルミネッセント発光材料はZnS:Mnからなる。

【0012】(10) 上記(7)又は(8)記載の電気容量式湿度センサにおいて、前記半導体基板はn型シリコン基板である。

【0013】

【作用】本発明によれば、上記(1)又は(2)のように、湿度センサにアヴァランシェ型の電圧-伝導電荷特性を持つ半導体薄膜を挿入したので、相対湿度によるAl<sub>x</sub>O<sub>y</sub>の電気容量の変化を、素子の伝導電荷または消

$$C_{Al_xO_y} \times C_{ZnS} / (C_{Al_xO_y} + C_{ZnS}) \quad \dots (1)$$

を持つ直列コンデンサからなると考えてよい。ZnSの※※膜厚をd<sub>ZnS</sub>とすると、ZnS中の電界E<sub>ZnS</sub>と印加電圧Vとの関係を図3に、ZnS中の電界E<sub>ZnS</sub>と印加電圧Vとの関係を図4に示す。これらの図3、図4において電圧領域は3つに分けられる。すなわち、

(A) 領域I : ZnS中の伝導電荷△Qは小さくほとんど無視できる。素子はZnSとAl<sub>x</sub>O<sub>y</sub>の電気容量C<sub>Al\_xO\_y</sub>・C<sub>ZnS</sub>の合成による容量

$$E_{ZnS} = [C_{Al_xO_y} / (C_{Al_xO_y} + C_{ZnS})] \times V / d_{ZnS} \quad \dots (2)$$

と印加電圧に比例して増加する。

【0019】(B) 領域II : 伝導電荷△Qは指数関数的に増加するが、Qに対してまだ小さく、やはり素子は、上記(1)式の容量を持つ直列コンデンサからなると考えてよい。この時の△Qの変化は主にZnS中の電界E<sub>ZnS</sub>の変化に基づくものである。この電界E<sub>ZnS</sub>はやは

\*費電力により検知できるようになった。すなわち、伝導電荷または消費電力は、前記半導体薄膜中の電界がクランプされる前には指数関数的に変化する。そのため、従来の湿度センサより、特に低湿度において高感度な湿度センサが実現できる。

【0014】また、上記(6)又は(7)のように、エレクトロルミネッセント発光材料からなる発光層を挿入するようにしたので、相対湿度によるAl<sub>x</sub>O<sub>y</sub>の電気容量の変化を、素子の発光非発光により検知できるようになった。

【0015】

【実施例】以下、本発明の実施例について図を参照しながら詳細に説明する。図1は本発明の第1実施例を示す電気容量式湿度センサの構造図である。この図に示すように、11はn型シリコン基板、12はALD法(アトミック・レイヤー・エピタキシャル法)によるZnS薄膜(50nm)、13はイオンプレーティング法によるAl<sub>x</sub>O<sub>y</sub>誘電体薄膜(50nm)、14はAu電極(30nm)である。

【0016】なお、ZnS 12の比誘電率は10であり、Au電極14は水分を透過することを特徴とする。また、Al<sub>x</sub>O<sub>y</sub>誘電体薄膜13は吸湿性であり、比誘電率の相対湿度依存性は図7に示した通りである。作製条件を変ふことによって図7のような吸湿性の薄膜を得ることができる。本実施例の電気容量式湿度センサは、図1に示すn型シリコン基板11とAu電極14の間に交流電圧を印加することによって動作する。

【0017】図2に本実施例における、電圧印加時の電子バンド構造を示す。図2において、Aは伝導帯、Bは禁止帯、Cは価電子帯を示し、ZnS中には、Al<sub>x</sub>O<sub>y</sub>-ZnS界面における界面準位21、またトラップ準位22にトラップされた電子が存在し、前者はトンネル効果、後者はFrenkel-Poole効果により、それぞれ電界放出する。

【0018】これらの電子による、伝導電荷△Qと印加電圧Vとの関係を図3に、ZnS中の電界E<sub>ZnS</sub>と印加電圧Vとの関係を図4に示す。これらの図3、図4において電圧領域は3つに分けられる。すなわち、

(A) 領域I : ZnS中の伝導電荷△Qは小さくほとんど無視できる。素子はZnSとAl<sub>x</sub>O<sub>y</sub>の電気容量C<sub>Al\_xO\_y</sub>・C<sub>ZnS</sub>の合成による容量

り上記(2)式に従う。

(C) 領域III : 領域IIと領域IIIは閾電圧V<sub>t</sub>で分割される。この閾電圧V<sub>t</sub>は、上記(2)式のE<sub>ZnS</sub>にクランプ電界E<sub>C</sub>=1.5MV/cmを代入したときの印加電圧Vである。

【0020】

5

$$V_{th} = E_{zss} \times d_{zss} \left( C_{A120} + C_{zss} \right) / C_{A120} \quad \dots (3)$$

領域IIIではZnS中に多くの△Qが存在するので、素子はもはや2個のコンデンサと見なすことができなくなる。閾電圧V<sub>th</sub>においてアヴァランシェ効果により、ZnS中の電界は1.5MV/cmにクランプされる。\*

$$\Delta Q = C_{A120} (V - V_{th})$$

以上述べたことを基礎として、ある相対湿度環境における△Qの印加電圧依存性をみる。以上述べたように、△QとVの関係は、領域IIにおいては、E<sub>zss</sub>、領域II-Iにおいては、C<sub>A120</sub>及びV<sub>th</sub>に依存する。また、E<sub>zss</sub>、V<sub>th</sub>はいずれも上記(2)、(3)式によってC<sub>A120</sub>の関数である。E<sub>zss</sub>は、C<sub>A120</sub>の増加関数、V<sub>th</sub>はC<sub>A120</sub>の減少関数であり、したがって、△QはC<sub>A120</sub>の増加関数である。ところで、C<sub>A120</sub>は、図3に示すように相対湿度の増加関数であるから、等しいVにおいて△QはC<sub>A120</sub>の増加関数となる。

$$P \propto \exp(-V) \quad \dots (4)$$

領域IIIにおいては、

$$P \propto (V - V_{th}) \quad \dots (5)$$

と表される。

【0023】素子の消費電力と印加電圧の関係によっても、同様に相対湿度を求めることができる。このように、第1実施例によれば、電気容量式湿度センサにZnS層を挿入したので、相対湿度によるAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の電気容量の変化を、素子の伝導電荷または消費電力により検知できるようになった。ここで、伝導電荷または消費電力は、ZnS中の電界がクランプされる前には指数関数的に変化する。そのため、従来の電気容量式湿度センサより、特に低湿度において高感度な湿度センサが実現できる。

【0024】図8は本発明の第2実施例の電気容量式湿度センサの構造図である。この図に示すように、81はn型シリコン基板、82はSrS薄膜(50nm)、83はAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>誘電体薄膜(50nm)、84はAu電極(30nm)である。第1実施例と同じく、Au電極84は、水分を透過することを特徴とする。Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>誘電体薄膜83は吸湿性であり、電気容量の相対湿度依存性は図7に示したとおりである。第1の実施例との相違は、ZnS層にかえてSrS層を用いたことである。

【0025】第1実施例と同じく、相対湿度によるAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の電気容量の変化を、素子の伝導電荷または消費電力により検知できる。それにより、第1の実施例と同じく、電気容量式湿度センサとして動作する。ただし、その動作電圧は、第1実施例と比べ30%ほど低電圧化され、10V以下の電圧で湿度センサを作動できる。これはSrSのクランプ電圧が1MV/cmとZnSに比べ低いためである。

【0026】このように、第2実施例によれば、第1実施例のZnS層をSrS層に変えるようにしたので、クランプ電圧が低くなり、相対湿度を測定する際の動作電

6

$$\dots (3)$$

\*△Qは(V-V<sub>th</sub>)に比例し、比例定数は、C<sub>A120</sub>と等しい。

【0021】

$$\dots (4)$$

※る。

【0022】図5に、相対湿度0%、50%、100%のときの△Q-V関係を示す。素子にある一定の電圧、

10 例えは14Vを印加したときの△Qの相対湿度依存性を図6に示す。素子の△Qを測定し、図6の曲線から相対湿度を求めることができる。また、素子の消費電力Pは、△QとZnS中の電界E<sub>zss</sub>の積に比例する。図領域IにおいてはPは無視できる。Pは領域IIにおいては、

$$\dots (5)$$

$$\dots (6)$$

20 圧を低くすることができる。

【0027】図9は本発明の第3実施例の電気容量式湿度センサの構造図である。この図に示すように、91はガラス基板、92は金属電極(100nm)、93はSrS誘電体層(20nm)、94はZnS薄膜(50nm)、95は陽極酸化によるAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>誘電体薄膜(50nm)、96はAu電極(30nm)である。

【0028】この実施例の場合も、第1実施例と同じく、相対湿度によるAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の電気容量の変化を、素子の伝導電荷または消費電力により検知できる。それに30より、第1の実施例と同じく、電気容量式湿度センサとして動作する。伝導電荷が流れる層には、ZnSに代えて、SrSを用いることができる。また、ZnS又はSrSにかえて、CaS、BaS、ZnSe、SrSe、CaSe、BaSe等、一般に薄膜エレクトロルミネッセント発光材料として用いられているようなアヴァランシェ型の電圧-伝導電荷特性を持つ半導体薄膜を用いることができる。

【0029】更に、第3実施例によれば、SrS誘電体層を用いるようにしたので、素子の絶縁耐圧、信頼性の向上を図ることができる。図10は本発明の第4実施例を示す電気容量式湿度センサの構造図である。この図に示すように、101はガラス基板、102はITO電極、103はALD法によるMnを1mol%ドーピングしたZnS薄膜(50nm)、104はイオンプレーティング法によるAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>誘電体薄膜(50nm)、105はAu電極(30nm)である。ZnS 103の比説電率は1.0である。Au電極105は水分を透過することを特徴とする。Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>誘電体薄膜104は吸湿性であり、比説電率の相対湿度依存性は図7に示した通りである。

[0030] 本実施例の電気容量式湿度センサは、図10に示すITO電極102とAu電極105の間に交流電圧を印加することによって動作する。図11に本実施例における、電圧印加時の電子バンド構造を示す。図11において、Aは伝導帯、Bは禁止帯、Cは価電子帯を示し、ZnS中には、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-ZnS界面における

界面準位111、また“深い準位”112にトラップさ\*

$$E_{zss} = [C_{Al_2O_3} / (C_{Al_2O_3} + C_{zss})] \times V / d_{zss} \quad \dots (7)$$

と増加し、 $E_{zss} = Ec1 = 1.5 \text{ MV/cm}$ に達した時、その間にクランプされる（図12参照）。その時の外部電圧をクランプ電圧という。放出された電子はZnS中のMnを励起し、その緩和過程において、黄緑色の発光が薄い金薄膜を通して観察される。

$$V < V_{th} \quad L \approx E_{zss} \quad \dots (8)$$

$$V > V_{th} \quad L \approx C_{Al_2O_3} \cdot (V - V_{th}) \quad \dots (9)$$

以上述べたことを基礎として、ある相対湿度環境における、Lの印加電圧依存性をみる。以上述べたように、LとVの関係は、 $V < V_{th}$ においては $E_{zss}$ 、 $V > V_{th}$

$$V_{th} = Ec1 \cdot d_{zss} \cdot (C_{Al_2O_3} + C_{zss}) / C_{Al_2O_3} \quad \dots (10)$$

これと、上記(7)、(8)、(9)式よりLはC<sub>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></sub>の増加関数である。

[0032] 図13に100Hzの交流電圧を印加したとき、相対湿度0%、50%、100%でのL-V関係を示す。素子にある一定の電圧を印加すると、ある相対湿度の場合のみ、電気容量式湿度センサ（素子）は目で確認できるほど充分な輝度で発光する。図14は本発明の第5実施例の電気容量式湿度センサの構造図である。

[0033] この図に示すように、121はn型シリコン基板、122はAL<sub>2</sub>O<sub>3</sub>によるMnを1mol%ドーピングしたZnS薄膜（50nm）、123はAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>誘電体薄膜（50nm）、124はAu電極（30nm）である。第4実施例と同じく、Au電極124は水分を透過することを特徴とする。Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>誘電体薄膜123は吸湿性であり、電気容量の相対湿度依存性は、図7に示した通りである。この実施例では、n型シリコン基板121上にフォトダイオード125を設けるようしている。

[0034] 第4実施例と同じく、相対湿度によるAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>誘電体薄膜の電気容量の変化を、ある交流電圧Vを素子にかけたときの発光により検知できる。図15に示すように、ZnS薄膜の端面からの発光輝度はフォトダイオード125により測定される。図16にこの第5実施例の輝度-相対湿度特性図を示す。ここで、横軸は相対輝度L（対数スケール）、縦軸は相対湿度（%）を示している。

[0035] この図から明らかなように、これにより、空気中の相対湿度を測定できる。発光層としては、ZnS:Mnだけでなく、SrS:Ce、Ca:S:Eu等、一般的の薄膜エレクトロルミネッセント発光材料とを用いることができる。なお、本発明は上記実施例に限定され

\*れた電子が存在し、前者はトンネル効果、後者はFrenkel-Poole効果により、それぞれ電界放する。電界放される電子のエネルギーはZnS中の電界E<sub>zss</sub>によって決まる。E<sub>zss</sub>はE<sub>zss</sub> = Ec1 = 1.5 MV/cmまではZnSの膜厚をd<sub>zss</sub>とすると、外部電圧Vに比例して、

$$E_{zss} = [C_{Al_2O_3} / (C_{Al_2O_3} + C_{zss})] \times V / d_{zss} \quad \dots (7)$$

\*[0031] その輝度はクランプ電圧V<sub>th</sub>までは、 $E_{zss}$ 、それ以上の電圧においては、C<sub>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></sub>と(V-V<sub>th</sub>)の積に比例する（後述の図13の中の相対湿度0%時の電圧-輝度特性を参照）。

$$V < V_{th} \quad L \approx E_{zss} \quad \dots (8)$$

$$V > V_{th} \quad L \approx C_{Al_2O_3} \cdot (V - V_{th}) \quad \dots (9)$$

★hにおいてはC<sub>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></sub>及びV<sub>th</sub>に依存する。上記(7)式より、

$$V_{th} = Ec1 \cdot d_{zss} \cdot (C_{Al_2O_3} + C_{zss}) / C_{Al_2O_3} \quad \dots (10)$$

るものではなく、本発明の趣旨に基づいて種々の変形が可能であり、これらを本発明の範囲から排除するものではない。

#### [0036]

【発明の効果】以上、詳細に説明したように、本発明によれば、次のような効果を奏すことができる。

(1) 請求項1記載の発明によれば、湿度センサにアラーム型の電圧-伝導電荷特性を持つ半導体薄膜を挿入したので、相対湿度によるAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の電気容量の変化を、素子の伝導電荷または消費電力により検知できるようになった。すなわち、伝導電荷または消費電力は、前記半導体薄膜中の電界がクランプされる前には指数関数的に変化する。そのため、従来の湿度センサよりも、特に低湿度において高感度な湿度センサが実現できる。

(2) 請求項2記載の発明によれば、上記(1)の効果に加え、第1の電極と半導体薄膜の間にSrO、誘電体層を用いるようにしたので、素子の絶縁耐圧、信頼性の向上を図ることができる。

(3) 請求項3記載の発明によれば、上記(1)の効果に加え、特に、前記半導体薄膜としてZnS層は優れた、湿度センシング特性を示すことができる。

(4) 請求項4記載の発明によれば、上記(1)の効果に加え、SrS層はZnS層に比べて、クランプ電圧が低くなり、相対湿度を測定する際の動作電圧を低くすることができます。

(5) 請求項5記載の発明によれば、n型シリコン基板上に容易に、しかも、信頼性の高い電気容量式湿度センサを製作することができます。

(6) 請求項6又は7記載の発明によれば、エレクトロルミネッセント発光材料からなる発光層

を挿入するようにしたので、相対湿度によるAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の電気容量の変化を、素子の発光、非発光により検知できらうようになった。

(7) 請求項8記載の発明によれば、上記(6)の効果に加え、特に、共通の半導体基板上であって、発光層の端面の方向にフォトダイオードを設けるようにしたので、光の屈折による閉じ込め効果のため、素子の端面には鏡の上下方向に比べ約10倍の密度で発光が集中する。このため、より微弱な発光であっても、集中した発光を検知することができる。特に低湿度においても正確に相対湿度を求めることができる。

[0040] (8) 請求項9記載の発明によれば、上記(6)の効果に加え、特に、前記半導体薄膜としてZnS:Mn層は優れた、発光温度センシング特性を示すことができる。

(9) 請求項10記載の発明によれば、n型シリコン基板上に容易に、しかも、信頼性の高い発光型の電気容量式温度センサを製作することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1実施例を示す電気容量式温度センサの構造図である。

【図2】 本発明の第1実施例を示す電気容量式温度センサの電圧印加時の電子バンド構造を示す図である。

【図3】 本発明の第1実施例を示す電気容量式温度センサの伝導電荷△Qと印加電圧Vとの関係を示す図である。

【図4】 本発明の第1実施例を示す電気容量式温度センサのZnS中の電界E<sub>zss</sub>と印加電圧Vとの関係を示す図である。

【図5】 本発明の第1実施例を示す電気容量式温度センサの相対湿度0、50、100%のときの伝導電荷△Qと印加電圧Vとの関係を示す図である。

【図6】 本発明の第1実施例を示す電気容量式温度センサにある一定の電圧、例えば、14Vを印加したときの伝導電荷△Qと相対湿度との関係を示す図である。 \*

\* 【図7】 従来のイオンプレーティング法によるAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>薄膜の比誘電率と相対湿度との関係を示す図である。

【図8】 本発明の第2実施例の電気容量式温度センサの構造図である。

【図9】 本発明の第3実施例の電気容量式温度センサの構造図である。

【図10】 本発明の第4実施例を示す電気容量式温度センサの構造図である。

【図11】 本発明の第4実施例を示す電気容量式温度センサの電圧印加時の電子バンド構造を示す図である。

【図12】 本発明の第4実施例を示す電気容量式温度センサのZnS中の電界E<sub>zss</sub>と印加電圧Vとの関係を示す図である。

【図13】 本発明の第4実施例を示す電気容量式温度センサに100Hzの交流電圧を印加した時の、相対湿度0%、50%、100%での極度と電圧との関係を示す図である。

【図14】 本発明の第5実施例を示す電気容量式温度センサの構造図である。

【図15】 本発明の第5実施例を示す電気容量式温度センサの動作説明図である。

【図16】 本発明の第5実施例を示す電気容量式温度センサの相対極度-相対湿度との関係を示す図である。

#### 【符号の説明】

11. 81, 121 n型シリコン基板

12. 94, 103, 122 ZnS薄膜

13. 83, 95, 104, 123 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 誘電体薄膜

14. 84, 96, 105, 124 Au電極

82 Sr:S薄膜

91. 101 ガラス基板

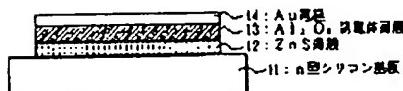
92 金属性電極

93 SiO<sub>2</sub> 誘電体層

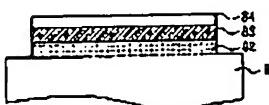
102 ITO電極

125 フォトダイオード

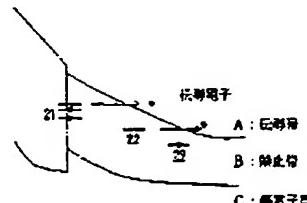
【図1】



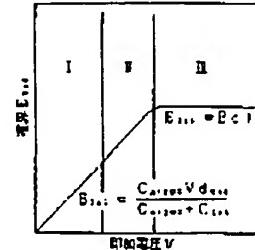
【図8】



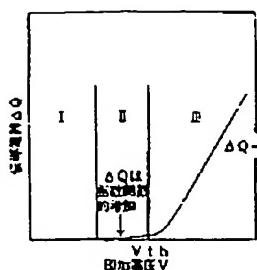
【図2】



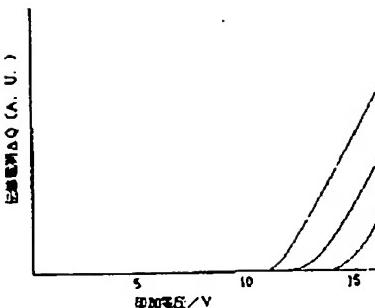
【図4】



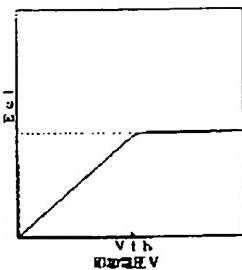
[図3]



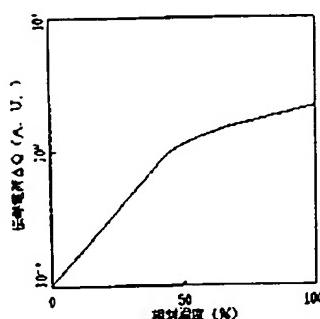
[図5]



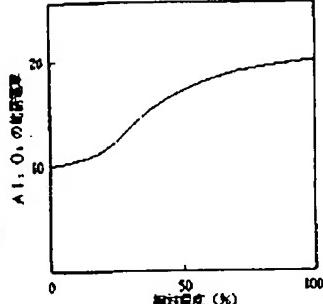
[図12]



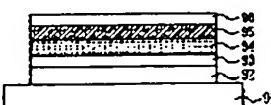
[図6]



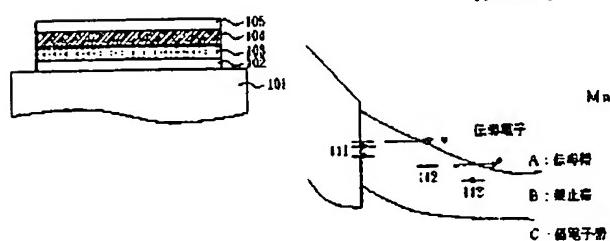
[図7]



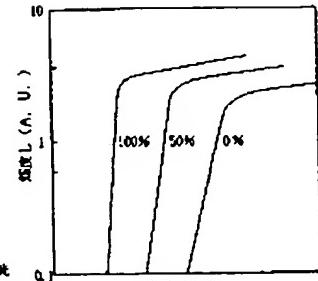
[図9]



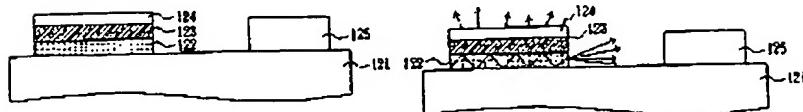
[図10]



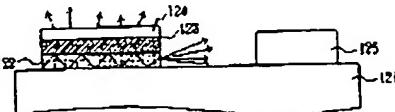
[図11]



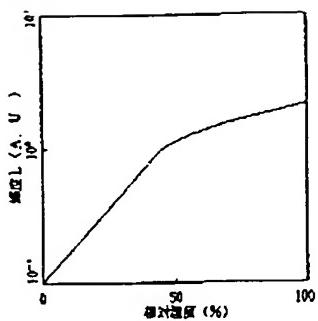
[図14]



[図15]



[図16]



---

フロントページの続き

(72)発明者 高橋 博実  
東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気  
工業株式会社内